

Vesa Pulju

MOOTTORIPYÖRÄN KULJETUSYKSIKÖN SUUNNITTELU JA
VALMISTAMINEN

Logistiikan koulutusohjelma
2013

MOOTTORIPYÖRÄN KULJETUSYKSIKÖN SUUNNITTELU JA VALMISTAMINEN

Pulju, Vesa
Satakunnan ammattikorkeakoulu
Logistiikan koulutusohjelma
Toukokuu 2013
Ohjaajat: Leino, Heikki; Lumme, Mikael
Sivumäärä: 42
Liitteitä: 4

Asiasanat: moottoripyörä, kuljetus, pakkaaminen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa kuljetusyksikkö moottoripyörälle ottaen huomioon kuljetuslainsäädäntö sekä -standardit. Suomessa moottoripyöräilyn ajokausi on valitettavan lyhyt, joten talviaikaan olisi mukavaa päästä ulkomaille ajamaan edullisesti. Tavoitteena oli kehittää mahdollisimman halpa, helpokäyttöinen ja kuljetusten rasituksilta suojaava yksikkö koti- ja ulkomaankuljetuksia varten. Tutkimuksen perustana oli luoda helposti toteutettava konsepti jota voisivat hyödyntää varsinkin alan harrastajat helposti.

Tutkimuksessa käytetyn testipyörän ulkomitat mitattiin ja niitä vertailtiin yleisimmin käytettyyn kuljetuskalustoon. Suunnitteluvaiheessa tutkittiin jo olemassa olevaa moottoripyörien kuljetuskalustoa yksikön materiaaleja valitessa. Pääasiallisesti rakennusmateriaaliksi valittiin puu koska se oli vaihtoehdoista helpoin käsiteltävä ja muokattava.

Kuljetusyksikkö valmistettiin alustavien piirustusten mukaisesti. Valmistaminen tapahtui sykleissä, koska pieniä muutostarpeita huomattiin rakennusvaiheessa. Suunnitelma muuttui alkuperäisestä aika vähän, mutta pieniä yksityiskohtaisia asioita mietittiin useampaan kertaan.

Tutkimuksessa valmistettiin n. 110 kg painava, 2300 mm × 1203 mm × 800 mm kokoinen vanerista ja kertopuusta rakennettu kuljetusyksikkö. Kuljetusyksikön kestävyyttä testattiin hyvin tuloksin. Myös pyörän sopivuutta kuljetusyksikköön testattiin, ja siinä tulivat esiin myös viimeiset muutosehdotukset. Osa niistä toteutettiin, ja osaa käsitellään yhteenvedossa. Kuljetusyksikölle asetetut kriteerit täyttyivät hyvin kestävyuden, käsiteltävyyden, koon, ja kuljetusstandardien osalta. Tästä prototyypistä on hyvä lähteä kehittämään yhteenvedossa kerrottuja kehitys-, muutos- ja parannusehdotuksia.

DESIGNING AND MANUFACTURING A TRANSPORTATION UNIT FOR MOTORCYCLE

Pulju, Vesa

Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Logistics

May 2013

Supervisor: Leino, Heikki; Lumme, Mikael

Number of pages: 42

Appendices: 4

Keywords: motorcycle, transportation, packaging

The purpose of this thesis was to design and manufacture a transportation unit for a motorcycle. Laws and standards of transportation business were taken into consideration in this research. Motorcycling is very popular in Finland but because of Finnish climate the driving season is quite short. As an option bikers could go driving abroad during off-season. The target was to lower costs of the trip by manufacturing a transportation unit which is easy and cheap to accomplish.

After verifying technical measurements of the test bike designing of the crate was started by defining outer measurements for it. Care was also taken that the crate would fit in commonly used transportation units like container and trailer. The task was to choose the materials used in manufacturing. Wood was chosen for material because of its low price. It is also easier to modify than metals.

The crate was manufactured by the original plan. The manufacturing process took place in cycles. Changes were made in the original plan during the process. The changes were minor, only some details which were not considered at the beginning of this work.

As a result, a wooden crate was made in this thesis. Weight was approximately 110 kg, and outer measurements were 2300 mm × 1203 mm × 800 mm. The durability of the crate was tested. The test went well and the measurements what were chosen worked out good. Some of the changes were made and some details are described at the end of this thesis. Main issues from the beginning were solved and this thesis ended up in a good solution.

.

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
1.1	Työn lähtökohta ja tarkoitus	6
1.2	Teoreettinen viitekehys	8
2	PAKKAAMINEN	9
2.1	Pakkaaminen käsitteenä	9
2.2	Pakkaamisen tehtävät	9
2.3	Pakkaussuunnittelu	9
2.4	Pakkausmateriaalien ominaisuuksia	10
2.4.1	Puu	10
2.4.2	Alumiini	11
2.4.3	Teräs	11
2.4.4	Muovit	12
3	KULJETUSLAINSÄÄDÄNTÖ.....	13
3.1	Pakkaukset ja lainsäädäntö	13
3.2	Vaarallisten aineiden kuljetus	13
4	LOGISTIIKKA JA KULJETUSSTANDARDIT	16
4.1	Logistiikka	16
4.2	Kuljetusmuotojen ominaisuuksia.....	16
4.3	Moduulimitat ja standardit yksiköinnissä	17
4.4	Sidonta	18
5	RASITUKSET ERI KULJETUSMUODOISSA.....	19
5.1	Kuljetusyksikköön kohdistuvat voimat eri kuljetusmuodoissa.....	19
5.1.1	Maantiekuljetus	19
5.1.2	Merikuljetus	20
5.1.3	Lentokuljetus	20
5.1.4	Rautatiekuljetus	21
5.2	Intermodaalikuljetukset.....	21
5.3	Tärinä	21
5.4	Kosteus.....	22
6	SUUNNITTELUPROSESSI	23
6.1	Suunnitteluprosessien teoriaa.....	23
6.2	Suunnittelun lähtökohdat	24
6.3	Kuljetusyksikön suunnittelu.....	24
6.4	Minimivaatimukset	26
6.4.1	Materiaali	26

6.4.2 Mitoitus	26
6.4.3 Kuljetuslainsäädäntö.....	27
6.4.4 Käsittely ja kiinnittäminen	27
7 TUTKIMUKSEN KUSTANNUSRAKENNE.....	28
7.1 Materiaalit	28
7.1.1 Puu	28
7.1.2 Metalliset osat	28
7.2 Muut kustannukset	28
7.3 Tarkat laskelmat	29
8 TOTETUTUS	30
8.1 Materiaalien hankkiminen	30
8.2 Kuljetusyksikön rakentaminen; rakennusohjeet	31
8.3 Kuljetusyksikön testaaminen	36
9 YHTEENVETO JA KEHITYSEHDOTUKSIA	39
LÄHTEET	42
LIITTEET	

1 JOHDANTO

Suomessa oli rekisteröityjä moottoripyöriä vuonna 2011 yli 220 000 kappaletta. (Trafin www-sivut, 2011). Muuten niin suosittu harrastus maassamme kärsii maantieteellisestä sijainnistamme johtuen lyhyestä ajokaudesta. Ajokausi täällä ulottuu yleensä korkeintaan huhtikuun lopusta syyskuun loppuun. Talvisin kun Suomen sääolot eivät salli moottoripyöräilyä, monet harrastajat kävisivät ajamassa talvisin esimerkiksi Espanjassa joko matka- tai rata-ajoa.

Ratamoottoripyöräilyn harrastajat ajaisivat mieluusti ulkomaillakin omilla pyörillään. Pyörien vuokrahinnat esimerkiksi Espanjassa ovat korkeat, varsinkin ratamoottoripyöräilyssä. Myös omat ajovarusteet, tarvittavat työkalut ja akuutit varaosat olisi tarvittavaa saada reissuun mukaan. Ajovarusteet mukavuuden takia, työkalut ja varaosat siksi että ei tulisi turhia ajoaikaa verottavia ylläyksiä.

Esimerkiksi omalla tai vuokratulla pakettiautolla pyörien kuljettaminen kävisi turhan raskaaksi, ja myös kalliiksi. Sellaisia yrityksiä, jotka järjestävät matkoja moottoripyöräilijöiden tarpeisiin on olemassa monia. Näissäkin tapauksissa eri työvaiheet kuten moottoripyörän pakkaaminen kuljetusyksikköön suomessa, kuljetuksen järjestäminen, ja taas purkaminen kohdemaassa nostavat hinnan korkeaksi. Yleensä nämä palvelut tarjotaan yhtenä pakettina kuljetusyksikköä myöten. Tämänkaltaisen palvelun tuotteistaminen olisi varmasti myyvää jos se saataisiin tarjottua edullisemmin kuluttajalle. Työssä yritettiin selvittää mahdollisuutta hoitaa pyörän pakkaaminen kuljetusta varten itse, mitä se tulisi maksamaan ja kuinka paljon se alentaisi lopullisia kustannuksia toimituksesta.

1.1 Työn lähtökohta ja tarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella kuljetusyksikkö moottoripyörälle ja muille matkalla tarvittaville varusteille. Tarkoitus on myös testata tuotetta käytännössä. Idea tähän projektiin tuli ratamoottoripyöräilyä harrastavalta opettajaltamme.

He ovat suunnitelleet ajoreissua etelään, ja miettineet eri vaihtoehtoja todeten ne kalliiksi. Jos pyörän ja tarvittavat varusteet saisi itse pakattua kotona, lähetettyä kohteeseen ja purettua siellä, niin hinta voisi muodostua järkeväksi harrastajia ajatellen.

Otimme tarkasteluun jo olemassa olevia tapoja kuljettaa moottoripyörä ulkomaille. Eräs paikallinen alan liike tarjoaa kuljetuksia Espanjaan moottoripyörävalmistaja Hondan kuljetusyksiköissä.



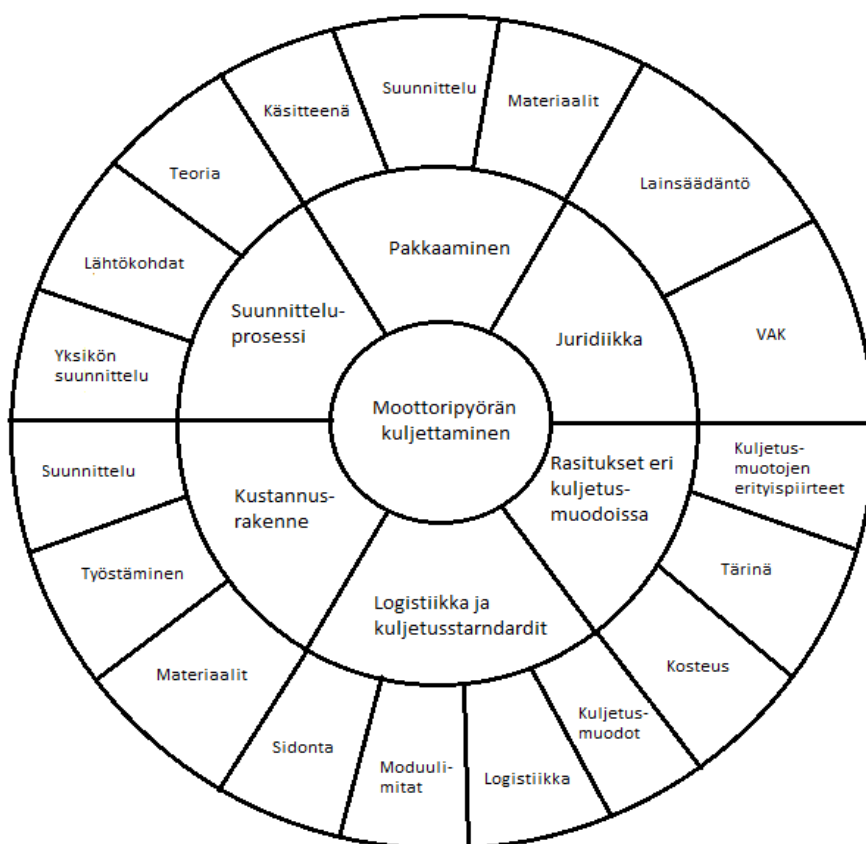
Kuva 1. Motologistican valmistama kuljetusyksikkö

Yksiköt ovat muunneltavissa pyörän koon suhteen erinomaisesti. Kuljetusyksikön saa myös tyhjänä erittäin pieneen tilaan. Pyörän suojaaminen kuljetuksen ajaksi tapahtuu pakkausmuovilla, joka pyöritetään kuljetusyksikön ympäri kuljetuksen ajaksi. Muunneltavuus on todella hyvä asia mutta tässä tapauksessa säältä suojaaminen ei ole keskeisessä asemassa. Tarkoituksenamme on että kuljetusyksikkö kestäisi vesisaadetta useammankin päivän. Myös Motologistica tarjoaa samankaltaista palvelua, ja kuljetusyksikkökin on rakennettu edellä mainitun kaltaiseksi kokonaisuudeksi. Tavoitteena oli hyödyntää näitä jo olemassa olevia tapoja oman kuljetusyksikkömme suunnitteluvaiheessa. Materiaalin valinnassa otimme huomioon niiden työstämisen vaikeutta. Materiaalin tulisi olla sellainen jota voisi jokainen esim. pienellä harjoittelulla helposti työstää ja käsitellä, ja että perinteiset työkalut riittäisivät rakennusvaiheessa eikä tarvitsisi tehdä mitään suuria investointeja.

Tähän tutkimukseen kytkeytyy myös Jaakko Luukkosen tekemä opinnäytetyö edellä mainitun kuljetusyksikön kuljetuksen järjestämisestä Espanjaan. Teimme yhteistyötä näissä molemmissa tutkimuksissa kuljetusyksikön suunnitteluprosessin osalta, sekä kuljetuksen logististen prosessien ratkaisujen ja organisoimisen osalta.

1.2 Teoreettinen viitekehys

Seuraavassa kuvassa on kirjoittajan oma näkemys käsittelemästään aiheesta, ja lopullinen kehys rakentuikin vasta kun työssä oli päästy hyvään alkuun. Ongelman ydin on juurikin moottoripyörän kuljettaminen, ja siihen ympärille on koottu ongelmaan liittyviä mielestään oleellisia asioita joita on otettava huomioon tutkimusta tehdessä. Keskeisen ongelman ympärille muodostuvat seuraavat huomioonotettavat seikat, jotka vaikuttavat moottoripyörän kuljettamiseen paljon. Näistä seikoista on vielä lohkottu erilaisia käsitteitä mitä termiin liittyy. Kaikkia kuvassa näkyviä asioita on otettu huomioon tämän tutkimuksen tekemisessä.



Kuva 2. Teoreettinen viitekehys

2 PAKKAAMINEN

2.1 Pakkaaminen käsitteenä

Pakkaukset kuuluvat ihmisten jokapäiväiseen elämään. Ne palvelevat kuluttajia sekä monia teollisuuden haaroja tuotteiden suojaamisen, tavaravirtojen hallitsemisen sekä logististen palveluiden kautta. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 15) Puhekielessä pakkaus on itse tuotteen myyntiyksikkö joka kaupassa on esillä. Ammattikielessä taas pakkaus saa monia muita merkityksiä, esim; yksikköpakkaus, kuluttajapakkaus, ryhmäpakkaus, kuljetuspakkaus sekä myyntiyksikkö. (Reinikainen, Mäntynen & Rantala 1997, 130)

2.2 Pakkaamisen tehtävät

Pakkauksen perustoimintoihin kuuluu sen sisältämän tuotteen suojaaminen. Se, mitä vaatimuksia pakkaukselle lähtökohtaisesti asetetaan, riippuu tietenkin itse tuotteesta. Muita vaatimuksia asettavat kuljetusmatkan pituus sekä käytettävät kuljetusmuodot, kauppa, kuluttajat, lainsäädäntö ja ympäristö. Pakkaus kuuluu osana logistiseen ketjuun, joten sen on palveltava kaikkia logistisia toimintoja tuotteen ympärillä, ja mukauduttava niihin. Perustehtävät sen sijaan pysyvät samoina koko ajan, joita on tuotteen suojaaminen ja säilyvyyden varmistaminen, jakelun mahdollistaminen, tuotteesta ja sen mahdollisista vaaroista kertominen, tuotteen sisältämisen ja sen myynnin edistämisen. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 130)

2.3 Pakkaussuunnittelu

Logistisen pakkaussuunnittelun lähtökohtana on itse tuote ja sen asettamat edellytykset pakkaukselle. Pakkauksen koko määrittyy tuotteen mittojen ja muiden huomioitettavien tarpeiden mukaan. Pakkausmateriaalin valinta on ensimmäinen osa prosessia, sen täytyy olla sopiva tuotteelle suojausvaatimuksia mukaillen. Pakkauksen on myös täytettävä erilaiset lainmukaisuudet, ja kuljetusstandardeihin mukautuminen helpottaa erityisesti kuljetuksien järjestämistä. Myös pakkauksen käyttötarkoitus on huomioitava, onko pakkauksen oltava kertakäyttöinen, monikäyttöinen vai on-

ko pakkausta tarkoitus käyttää useampaan kertaan. Jos tarkoitus on pitkän elinkaaren pakkaukselle, monikäyttöisyys sekä muunneltavuus olisi hyvä valtti markkinoita ajatellen. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 215) Seuraavassa käsitellään yleisimpiä pakkausmateriaaleja ja niiden ominaisuuksia.

2.4 Pakkausmateriaalien ominaisuuksia

2.4.1 Puu

Puuta käytetään yleisimmin lavoissa, häkeissä sekä laatikoissa. Puu on kestävä ja luja pakkausmateriaali, joten se soveltuu niihin erittäin hyvin. Esimerkiksi puinen Euro-lava voi kantaa hyvinkin n. tonnin painoisen kuorman. Normaalisti lavojen saumojen ja liitosten teko tapahtuu nauloilla, mutta saatavilla on myös naulattomia vaihtoehtoja. Näissä tapauksissa liitokset on tehty puisilla tapeilla. Kun käytetään vain ja ainoastaan puuta, niin sen elinkaaren loppuvaiheessa kierrättäminen helpottuu huomattavasti. Puun hinta on aika kohtuullinen, esim. 18mm filmivaneri maksaa tällä hetkellä suurin piirtein n. 20€/m². Tavallinen höyläämätön 50x100mm lankku maksaa n. 1€/m. (Vaajakantin www-sivut, 2013)

Puusta ja vanerista tehdyt umpinaiset puulaatikot ovat käytössä varsinkin metalliteollisuudessa osien kuljetuksissa alihankkijalta tuottajalle. Ennen puiset laatikot tehtiin itse tarpeen mukaan alihankkijayrityksissä, mutta nykyään alalla on monia asiaan erikoistuneita yrityksiä. Nykyään menekkiä on sellaisille pakkauksille, jotka voidaan koota ilman apuvälineitä lähetysvaiheessa, ja taas purkaa pieneen kasaan kuljetuksen jälkeen uutta käyttöä varten. Puu on erinomainen pakkausmateriaali, koska se antaa hyvän suojan tuotteelle vaativissakin olosuhteissa.

Optimaalisin kosteusprosentti puupakkauksissa on n. 12-18%. Jos puu on kosteampaa, sen paino kasvaa, naulojen pito heikenee, ja vääntölujuus pienenee. Suomessa käytössä on lähinnä kuusi- ja mäntylautaa ja vaneria. Monet maat vaativat tuoduista puutavaroista terveystodistuksen, jossa on tarkastettu ettei puutuotteiden mukana tule tuholaiselämiä tai toukkia. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 191-192)

Jos korjaamistarpeita tulee, niin se tapahtuu yleensä vaihtamalla rikkoontunut puukappale uuteen vastaavaan. Puun työstäminen on helppoa jos käytössä on oikeanlaisia työkaluja/koneita, ja peukalo ei ole ihan keskellä kämmentä.

2.4.2 Alumiini

Alumiinia käytetään virvoitusjuomatölkkien, aerosolitölkkien, putkiloiden, kansien sulkimien, elintarviketeollisuudessa vuokien ja säilytysastioden muodossa. Alumiinista tehdään myös joustopakkauskauksia ja alumiinifoliota. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 188)

Alumiini on kallista materiaalia, tämän hetkinen hinta pyörii n. 1300€/t luokassa. Korjattavuudeltaan alumiini on tee se itse- miehelle jo hankalampaa käsitellä, ja korjaus vaatii hitsaustoimenpiteitä. Ellei kokemusta hitsauksesta ole, korjauksen joutuu teettämään alan ammattilaisilla. (Stena-Recycling Oy:n www-sivut, 2013)

2.4.3 Teräs

Suomessa metalli pakkauksen osana on hyvin yleistä, varsinkin elintarviketeollisuudessa. Raaka-aineina metallipakkauksissa käytetään yleensä läkkilevyä, eli tinalla pinnoitettua teräslevyä, alumiinilevyä, pienemmissä määrin myös kromattua peltiä, sekä tinavapaata teräslevyä, ns. mustaa terästä. Metallin suoja itse tuotetta erinomaisesti, sekä sillä voidaan vahvistaa pakkausta tietyissä tilanteissa tarpeen mukaan. Se suoja tuotetta kaikilta ulkopuolisilta haitoilta esim. valo, kosteus, kaasu ja rasva. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 186)

Mustan levyteräksen hinta on tällä hetkellä n. 750€/t. Sitä on jo helpompi työstää, käsittelyyn ja korjaukseen tarvitaan esim. puikko-, tig-, tai mig-hitsauslaitteet. (Steel on the net www-sivut, 2013)

2.4.4 Muovit

Muoveilla on erilaisia ominaisuuksia joita voidaan hyödyntää pakkaussunnittelussa. Muovit syrjäyttävät monia materiaaleja pakkaussunnittelussa sen monikäyttöisyyden takia. Öljyn hinnan vaihtelut vaikuttavat muovipakkausten käyttöön, koska se toimii muovin raaka-aineena. Suurimmat muovilaadut valmistetaan öljynjalostuksessa syntyvistä keveistä jakeista, kuten bentseeni, butadieeni, propeen ja eteeni. Näiden molekyyliä liitetään yhteen pitkiksi ketjuiksi, prosessia sanotaan polymeroinniksi. Esimerkiksi polypropeen on muovi joka on kovaa ja jäykkää. Sitä käytetään mm. ruiskuvaluttujen kuljetusyksiköiden valmistuksessa. Myös polyeteeni on hyvin kovassa käytössä pakkausteollisuudessa. Siitä valmistetaan mm. pusseja, kantokasseja ja kisteitä. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 130-131)

3 KULJETUSLAINSÄÄDÄNTÖ

3.1 Pakkaukset ja lainsäädäntö

Pakkauksia koskeva yleismääritelmä on se, että pakkausten tulisi olla lakien mukaisia, ja yleisten standardien mukaisia. Lainsäädännössä on määritelty pakkausta koskevat vaatimukset tuotteittain. Euroopan Unioni on määrittänyt osan säädöksistä, ja ne ovat suoraan voimassa jäsenmaiden kesken. Kun tuotteita kuljetetaan maasta toiseen, on pakkausten noudatettava sen maan lainsäädäntöä, jossa tuote myydään, tai johon se lopulta päättyy. EU:n sisällä pakkauksen ollessa yhdessä jäsenmaassa laillinen, on se käytännössä myös muissa EU-maissa sallittu. Jäsenmailla voi olla tarkemmat määritelmät laissa, jos kyse on kuluttajan terveydestä tai ympäristöstä. Esimerkiksi vaarallisten aineiden kuljettamisesta on EU-mailla yhteisesti sovitut pelisäännöt, joista lisää edellä. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 53)

3.2 Vaarallisten aineiden kuljetus

Vaarallisten aineiden kuljetus on Suomessa yhdenmukaistettu kansainvälisten kuljetusmääräysten mukaiseksi. Kansainvälisiä säädöksiä uudistetaan 2-3 vuoden välein ja Suomessa lainsäädäntö päivitetään sen mukaan. Tämä koskee kaikkia niin maantie-, meri-, rautatie-, kuin ilmakuljetuksia. Suomessa lainsäädäntöä säätelevät seuraavat määräykset: maantiekuljetuksissa ADR-sopimus, rautatiekuljeuksissa RID-määräykset, merikuljetuksissa IMDG-koodi sekä ilmakuljetuksissa ICAO-TI. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 37-38)

Vaaralliset aineet on luokiteltu erilaisiin luokkiin, jotka ovat käytössä kaikissa sopimusvaltioissa yllämainittujen määräysten osalta, ne selviävät alla olevasta taulukosta.

Taulukko 1. Vaarallisten aineiden luokittelu. (Tukesin [www-sivut](http://www.tukes.fi), 2012)

Luokka 1	Räjähteet (louhintaräjähteet, iletulitteet)
Luokka 2	Kaasut (hiilidioksidi, asetyleeni, nestekaasu)
Luokka 3	Palavat nesteet (benssiini, diesel, alkoholit)
Luokka 4.1	Helposti syttyvät kiinteät aineet, itsereaktiiviset aineet ja epäherkistetyt kiinteät räjähdysaineet (naftaleeni, rikki)
Luokka 4.2	Helposti itsestään syttyvät aineet (fosfori, kalsiumsulfidi)
Luokka 4.3	Aineet jotka veden kanssa kosketuksiin joutuessaan kehittävät palavia kaasuja (kalsiumhydridi, alumiinijauhe, litium)
Luokka 5.1	Sytyttävästi vaikuttavat (hapettavat) aineet (natriumkloriitti, natriumperoksidi, vetyperoksidi)
Luokka 5.2	Orgaaniset peroksidit (peroksietikkahappo)
Luokka 6.1	Myrkylliset aineet (arseeniyhdisteet, lyijyasetaatti, torjunta-aineet)
Luokka 6.2	Tartuntavaaralliset aineet
Luokka 7	Radioaktiiviset aineet
Luokka 8	Syövyttävät aineet (muurahaishappo, rikkihappo, lipeä)
Luokka 9	Muut vaaralliset aineet ja esineet (litiummetalliakut, ympäristölle vaaralliset aineet)

Tutkimuksessa ja suunnitteluprosessissa on huomioitava myös vaarallisten aineiden kuljetuksessa käytettävä lainsäädäntö. Moottoripyörä on polttomoottorikäyttöinen, palavat nesteet sekä ympäristölle haitalliset aineet ovat myös keskeisenä elementtinä varsinkin kuljetuksen suunnittelussa. Asia koskee tietenkin myös itse kuljetusyksikön suunnitteluvaihetta, mahdolliset merkinnät vaarallisille aineille ja niille sopivat paikat täytyy ottaa suunnittelussa huomioon.

Moottoriajoneuvojen osalta laki uudistui 1.1.2012 lähtien. Merikuljetuksissa tulivat voimaan IMDG-muutossarjan 35-10 määräykset vaarallisten aineiden kuljettamisessa ainoana ja pakollisena. Esimerkiksi juuri ajoneuvojen kuljettamisessa konteissa ja trailereissa tuli voimaan kiristyksiä kuljetuslaeissa. Autot, moottoripyörät, erilaiset moottorit, veneet, joissa on moottori kiinnitettynä ja kaikki sellaiset ajoneuvot merkitään UN-3166 numerolla. Kuljetusnimivaihtoehto kuljetusyksikölle on seuraava:

UN3166 Ajoneuvo, jossa polttoaineena palavaa nestettä

Dokumentointi merikuljetuksissa menee myös erilaisen kaavan mukaan, jotka on määritelty IMDG-koodissa.

Maantiekuljetuksissa taas ADR- ja VAK-lakien mukaan polttomoottorikäyttöiset ajoneuvot eivät edellytä erillisiä merkintöjä kuljetusyksikköön, itse kuljetettavaan tuotteeseen tai rahtikirjaan, vaikka niitä kuljetettaisiin konteissa tai trailereissa. Ennestään säädetyt lait ovat voimassa sellaisenaan. (VAK-tiedote 1/2012)

4 LOGISTIIKKA JA KULJETUSSTANDARDIT

4.1 Logistiikka

European Logistics -järjestön mukaan logistiikka on materiaali-, informaatio-, sekä pääomavirtojen suunnitelmallista ohjausta ja valvontaa jonka pääasiallisena tarkoituksena on tyydyttää loppuasiakkaan tarpeet. Materiaalivirran osalta määritelmä käsittää kaikki vaiheet tuotteen raaka-aineiden tilaamisesta eri valmistusvaiheiden ja prosessien kautta lopputuotteen valmistukseen ja sitä kautta jakelun kuluttajille. (Reinikainen ym. 1997, 7-8)

4.2 Kuljetusmuotojen ominaisuuksia

Maantiekuljetus on Suomessa ja muuallakin maailmassa käytetyin kuljetusmuoto. Maantiekuljetusten infrastruktuuri on erittäin kattava, sillä pystytään toteuttamaan ovelta - ovelle periaatteella kuljetuksia ympäri maailman. Siksi se onkin muodostunut erittäin luotettavaksi ja nopeaksi kuljetusmuodoksi kuluttajien ja yrittäjien keskuudessa. Maantiekuljetukset ovat yleensä matkaltaan lyhyitä, kuljetuksista n. 70 % on alle 50 km pitkiä, ja vain 12 % on yli 150 km pitkiä. Varsinkin kappale- ja tavarakuljetuksissa kansainvälisessä liikenteessä maantiekuljetus sijoittuu intermodaalikuljetuksen molempiin päihin, esim. auto-juna-laiva-auto. (Mäkelä & Mäntynen 1998, 57-59)

Merikuljetusten kuljettama osuus maailmankaupasta on n. 95 %. Meriteitse laivoilla kuljetetaan suuria määriä yksikkö-, kappale- tai irtolastitavaraa. Volyymit ovat korkeita verrattuna muihin kuljetusmuotoihin. Alustyyppejä on monenlaisia, kuten myös lastaustapoja. Yleisimmin käytetyt muodot ovat lolo (lift on – lift off) jossa lastaus ja purkaus tapahtuu nosturilla pystysuoraan nostamalla lasti alukseen ja sieltä pois, roro (roll on –roll off) jossa lasti on koottu yksiköksi standardimittaisen lauttavaunun tai kasetin päälle joka ajetaan lastatessa laivaan ja purkaessa sieltä pois, storo (stowable roro) jossa lasti ajetaan lauttavaunun tai kasetin päällä laivaan ja siellä ahdataan paikalleen käyttäen työkoneita (esim. trukkeja), ja konttijärjestelmä jossa lasti on yksi-

köity standardimittaiseen konttiin ja ne nostetaan sellaisenaan laivaan nosturilla. (Mäkelä & Mäntynen 1998, 90-91)

Ilmaliikenteestä pääosa on lentokoneella tehtäviä kuljetuksia. Suurin osa ilmateitse tapahtuvasta rahtiliikenteestä on postikuljetuksia. Lentokuljetusta käytetään kun etäisyys on suuri, käytettävissä vähän aikaa ja kuljetettavat tuotteet pieniä. Lentorahtina voidaan kuljettaa lähes mitä tahansa mikä mahtuu lentokoneen ruumaan, ja mitä ei turvallisuussyistä ole kielletty. Lentokuljetus sopii erinomaisesti tuotteille jotka ovat kokoonsa ja massaansa nähden arvokkaita, tuotteille jossa on lyhyt säilyvyysaika, tuotteet jotka tarvitsevat kiireellistä toimitusta tai ovat helposti vahingoittuvia. (Mäkelä & Mäntynen 1998, 99)

Rautateillä voidaan kuljettaa suuria kuormia isoilla nopeuksilla, koska kalusto ohjautuu kiskoja pitkin laipallisten pyörien avulla, kiskon ja kiskopyörän välinen vierintävastus on hyvin pieni. Veturiin voidaan liittää suuri määrä vaunuja juuri pienen kitkan vuoksi. Infrastruktuuri on rajoitettua, kotimaassa raidetta on n. 6000 km. Juna-kuljetus toimiikin yleensä runkokuljetuksena josta se jatketaan eteenpäin muilla kuljetusmuodoilla. Tällä hetkellä suurin ja ainoa suomessa toimiva rautatieliikennöitsijä on Valtion Rautatiet Oy, jonka kuljetuksista n. 50 % on teollisuustuotteita ja raaka-aineita. (Mäkelä & Mäntynen 1998, 71-74)

4.3 Moduulimitat ja standardit yksiköinnissä

Pohjoismaissa ja Saksassa on jo pitkään ollut käytössä moduulimitoittelua, jonka tarkoituksena on yhtenäistää kuljetusten ja pakkausten tilankäytön suunnittelua. Perusmoduuli on pohjamiltaan 600 mm x 400 mm, josta käytetään lisäksi kerrannaisia ja jako-osia. Perusmoduulilla 600 x 400 mm tarkoitetaan pakkauksen ulkomittoja. Tuotteen on oltava hiukan pienempi kuin kuljetuspakkauksen. (Järvi-Kääriäinen, Ollila 2007, 26).

4.4 Sidonta

Suunnitteluvaiheessa tulee miettiä mitä kuljetusmuotoja mahdollisesti käytetään ja pakkaukseen tulee varmistaa merkinnöin pakkauksen oikeat käsittely- sekä sidontapaikat. Lasti on kiinnitettävä siten, että se pysyy paikoillaan tavanomaisissa kuljetusrasituksissa ketjujen, vöiden, ilmatyynyjen, kiilojen, puutukien, verkkojen yms. avulla. Lastia voi tuskin kuitenkaan kiinnittää niin hyvin, ettei se liikkuisi, jos kuljetusvälinettä ohjaillaan taitamattomasti. (Hallittu kuljetus – tiedote 2009)

5 RASITUKSET ERI KULJETUSMUODOISSA

5.1 Kuljetusyksikköön kohdistuvat voimat eri kuljetusmuodoissa

Kuljetusyksikköön kohdistuu erilaisia rasituksia kuljetuksen aikana riippuen kuljetusmuodosta. Yleisesti kuorma on aina sidottava käytettävien kuljetusmuotojen vaatimusten mukaisesti. Suomessa etenkin ulkomaankaupassa käytettäviä kuljetusmuotoja voi yhdelle erinäiselle kappaleelle olla useita. Esimerkiksi maantiekuljetuksissa käytettävä sidonta ei riitäkään jos esimerkiksi kuljetusyksikkö siirtyy konttiin ja merikuljetukseen. Esimerkiksi intermodaalikuljetus, siitä lisää edellä. Pakkauksen/kuljetusyksikön suunnittelussa on huomioitava kinnitys- ja sitomismahdollisuudet erilaisille kuljetustavoille. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 29)

Määritelmiä rasituksista eri kuljetusmuodoissa käsitellään seuraavissa kappaleissa ja alla olevassa taulukossa:

Taulukko 2. Eri kuljetusmuotojen normaaleja kuljetusrasituksia. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 28)

Kuljetusväline	Pinoamiskorkeus	Vaakasuurat iskut eteenpäin	Iskut sivulle, taakse	Pystysuurat iskut
Auto\kontti	2,50 m	0,8-1 G täysjarrutus	0,5 G	0,2-3 G jousituksesta riippuen
Juna	2,80 m	3-4 G vaihtotöissä eteen/taaksepäin	0,4 G	0,4 G
Laiva	4 - 12 m	0,3-4 G	0,8 G	keula n. 2 G keskellä 0,2-1 G
Lentokone	2 m	1 G	0,3 G	2,5 G

5.1.1 Maantiekuljetus

Tässä kuljetusmuodossa kappaleeseen kohdistuviin rasituksiin vaikuttavat mm. auton jousitus, ajettavan tien kunto sekä ajotapa. Esimerkiksi siltaliitoksissa ja siirryttäessä yksityiseltä piha-alueelta yleiselle tielle on kappaleeseen huomattu vaikuttavan isoja-

kin iskuista aiheutuneita voimia. Voimakkaita poikittaisia liikkeitä taas on havaittu auton kääntyessä äkisti, ajettaessa epätasaisella tiellä sekä onnettomuustilanteissa. Häätäjarrutuksissa taas vallitsevat pitkittäissuuntaiset voimat. Jos ajetaan huonokuntoisilla teillä, sen on huomattu aiheuttavan tavarán ”ryömimistä” ja pehmeämpien kappaleiden painumista. Tärinä vaikuttaa sidoksiin löysentäen niitä, jolloin kuorma pääsee liikkumaan. Sidonnat on tarkistettava väliajoin. Kuorman pitäisi teoriassa pysyä paikallaan sidonnan sekä kitkan avustamana, mutta kitkan suuruutta ei koskaan kannata yliarvioida. Likaiset (öljy, kosteus) pinnat johon kappaleet lastataan voivat olla hyvin liukkaita. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 29-30)

5.1.2 Merikuljetus

Merikuljetuksessa pakkauksen tulee olla erittäin kestävä, se ei oikeastaan koskaan voi olla liian luja. Tietenkin tässä tulee ottaa huomioon missä päin maailmaa tavaraa kuljetetaan. Merikuljetusta käytettäessä tulee poikkeuksetta huomioda myös muiden kuljetusmuotojen rasituksia, koska tämä ei ole ovelta-ovelle kuljetusmuoto. Dynaamisia rasituksia merikuljetuksessa yleensä ovat puolelta toiselle heilahtelut, eteenpäin ja sivulle heilahtelut, sekä keulassa että perässä myös pystysuuntaan suuntautuvat heilahtelut. Tärkeimpänä seikkana merikuljetuksessa täytyy ottaa huomioon kuljettava matka, varsinkin ilmasto-olosuhteet. Lämpötilavaihtelu voi olla esim. suomesta -20 pakkasesta lähetettynä johonkin trooppiseen ilmastoon jopa 50 astetta. Tämä aiheuttaa jo melkoisen kosteusongelman. Kosteusongelmat ratkaistaan oikeanlaisella tuuletuksella, ja muuten kuljetusyksikön tiivistämisellä oikein. Riippuen tietenkin siitä mitä kuljetetaan. (Reinikainen, Mäntynen & Rantala 1997, 142)

5.1.3 Lentokuljetus

Lentokuljetukset ovat nopeutensa vuoksi käytännöllisiä esim. pikaisesti tarvittavien varaosien kuljetuksessa. Tavara saadaan nopeasti toiselle puolen maailmaa, nopeammin kuin millään muulla kuljetusmuodolla. Pakkausvaatimuksia on asetettu oikeastaan vain vaarallisten aineiden kuljettamiselle, sekä elävien eläinten kuljettamiselle. Se, mitä ominaisuuksia pakkaukselta vaaditaan tähän kuljetusmuotoon, riippuu monesta tekijästä. Niitä ovat mm. tavarán laatu, konetyyppi, sää, sekä määrään

sijainti. Keveä pakkaus on lentokuljetuksissa eduksi. Mutta kun kyseeseen tulee isompia ja raskaampia pakkauksia, tämä on monesti ongelmallista. Pakkausten mitat ja painot tulee tietää tarkkaan etukäteen, koska konetyypeissä on jo niin suuria eroja että se on karsiva tekijä kuljetuksen järjestämisen mahdollisuudessa. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 30)

5.1.4 Rautatiekuljetus

Rautatiekuljetuksissa suurimmat rasitukset syntyvät laskumäki- ja vaihtotyö-alueilla tapahtuvista käsittelyistä. Tällöin vaunujen päihin kohdistuu erittäin suuria voimia jotka näette edellä olevasta taulukosta. Suurten massojen törmätessä toisiinsa pienilläkin nopeuksilla sysäykset saavat aikaan isoja voimia. Oikein sidottu ja pakattu tuote kuitenkin kestää näidenkin töiden rasitukset. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 30)

5.2 Intermodaalikuljetukset

Intermodaalikuljetuksella tarkoitetaan sitä, että kuljetettava tuote on koko matkansa ajan samassa kuljetusyksikössä, kuljetusmuodon vaihtuessa ainakin kerran. Yleisimmin käytetään konttia, vaihtokuormatilaa tai traileria. Yleensä kuljetus tapahtuu auto-juna-auto periaatteella. Tässä kuljetusmuodossa täytyy huomioida käytettävien kuljetusmuotojen rasitukset pakkaukseen, ja suunnitella pakkaus sen mukaan. Käsittely tapahtuu myös useampaan kertaan kuljetusmuotojen vaihtuessa, joten pakkauksen tulee olla hyvin kestävä tuotteesta riippuen. (Mäkelä & Mäntynen 1998, 109)

5.3 Tärinä

Käsitteenä tärinä on esim. kuljetuksen aikana tapahtuvaa värähtelevää liikettä sen tasapainoaseman ympärillä. Kaikilla kuljetusmuodoilla esiintyy niille ominaista tärinää eri laajuuksin (amplitudi) ja taajuuksin (frekvenssi). Yleisesti esim. maantiekuljetusten tärinän taajuus on n. 5-8 Hz, rautatiekuljetuksissa 1-3 Hz, lentokuljetuksissa 1-15 Hz. Merikuljetuksissa puolelta toiselle heilahtelu voi olla jopa 30 astetta. Jos

tärinä on pidempiaikaista, se voi aiheuttaa tuotteelle vakavia vaurioita kuljetusten aikana. Tärinä on ehkäistävissä esim. jousin tai iskunvaimentimin riippuen tietenkin tuotteen koosta, painosta ja muodosta. Tärinän ehkäisytapoja on useita, mutta tässä käsitellään vain oleellisia tapoja tälle tutkimukselle. (Reinikainen ym. 1997, 139-142)

5.4 Kosteus

Monesti tuotteen kärsimät vauriot kuljetusten aikana ovat kosteusvaurioita. Lämpötilan muuttuessa sekä tuote, että lastitila saattavat hikoilla. Kosteus tiivistyy kylmälle pinnalle, ja tämä korostuu entisestään jos pakkaus tuodaan kylmänä lämpimään tilaan. Tuuletus on yksi vaihtoehto estää kosteuden muodostumista. Ruostumaton teräs, suurin osa muoveista, ja lasi kestävät hyvin kosteuden vaihteluita, mutta pakkausta suunniteltaessa on esim. korroosion vaikutukset otettava huomioon. (Järvi-Kääriäinen & Leppänen-Turkula 2002, 28)

6 SUUNNITTELUPROSESSI

6.1 Suunnitteluprosessien teoriaa

Suunnitteluprosessi on nykyään erittäin pitkälle kehittynyt toiminto, jota pystytään harjoittelemaan systemaattisesti. Jokainen prosessi on erilainen, ja riippuu itse suunnittelun toteuttavasta henkilöstä. Tapoja on yhtä monta erilaista kuin on suunnitteli-jaakin, mutta yleensä kaikissa suunnitteluprosesseissa on tiettyjä yhteisiä tekijöitä. Suunnittelun alulle paneva voima, eli motivaatio, on yleensä liikkeelle paneva tekijä tässäkin prosessissa, tietysti tuotteen tarpeen lähtökohdan vaihdellessa. Suunnitteluprosessia on yritetty kuvailla monella eri tavalla monen eri henkilön toimesta, mutta vaikeimmaksi osaksi on muodostunut sen asian kuvaaminen mitä tapahtuu suunnittelijan pään sisällä. (Seitamaa-Hakkarainen, 2008)

Yleensä kun suunnitteluprosessia yritetään mallintaa, on tarkoituksena kuvata koko prosessia ja sen etenemistä ajallisena jatkumona ongelman toteamisesta lähtien kohti saatua ratkaisua. Tutkijat ovat huomanneet että vaiheet erottuvat selkeästi eri suunnitteluprosesseissa, mutta nimitykset eri vaiheille vaihtelevat suuresti. Seuraavassa tyypillisiä suunnitteluprosessin vaiheita.

1. Tehtävän määrittäminen ja hahmottaminen (ongelman strukturointi)
2. Käsitteellinen suunnittelu (perustoimintojen määrittelyä, toimintasuunnitelman laatimista, peruseriaatteiden löytäminen)
3. Alustava suunnitelma ja suunnitteluelementtien määrittely
4. Varsinainen suunnittelu
5. Dokumentointi

Tutkijasta riippuen kohta 3. käydään yleensä moneen kertaan läpi, ja palataan vaiheeseen 1. takaisin. Tämä siksi, koska harvoin ensimmäisellä kerralla päästään porautumaan ongelman ytimeen ja löydetään toimivat ja parhaat ratkaisut ongelman ratkaisemiseksi. Suunnittelija hyppii eri vaiheiden ympärillä päästen lopuksi toimivaan ratkaisuun. (Seitamaa-Hakkarainen, 2008)

6.2 Suunnittelun lähtökohdat

Kirjoittajalla itsellään on erittäin vähäinen kokemus niin moottoripyöräilystä kuin minkäänlaisesta suunnittelusta tai rakentamisesta. Liikkeelle lähtö olikin hyvin epä-määräistä, eikä siinä aluksi ollut mitään suurempaa määrätietoisuutta miten tavoitteeseen päästäisiin. Mahdollisuus tähän projektiin tulikin ihan sattumalta, erään logistiikan koulutukseen liittyvän kurssin yhteydessä. Aluksi tämän piti olla vain pieni projekti kurssin ohella, mutta loppujen lopuksi se laajeni näinkin pitkälle, tutkimuksen muotoon asti. Moottoripyöräily itsessään on ajankohtainen asia kirjoittajalle, sillä menneenä kesänä suoritin A-kuljettajatutkinnon ja täten sain luvan ajaa moottoripyörää laillisesti.

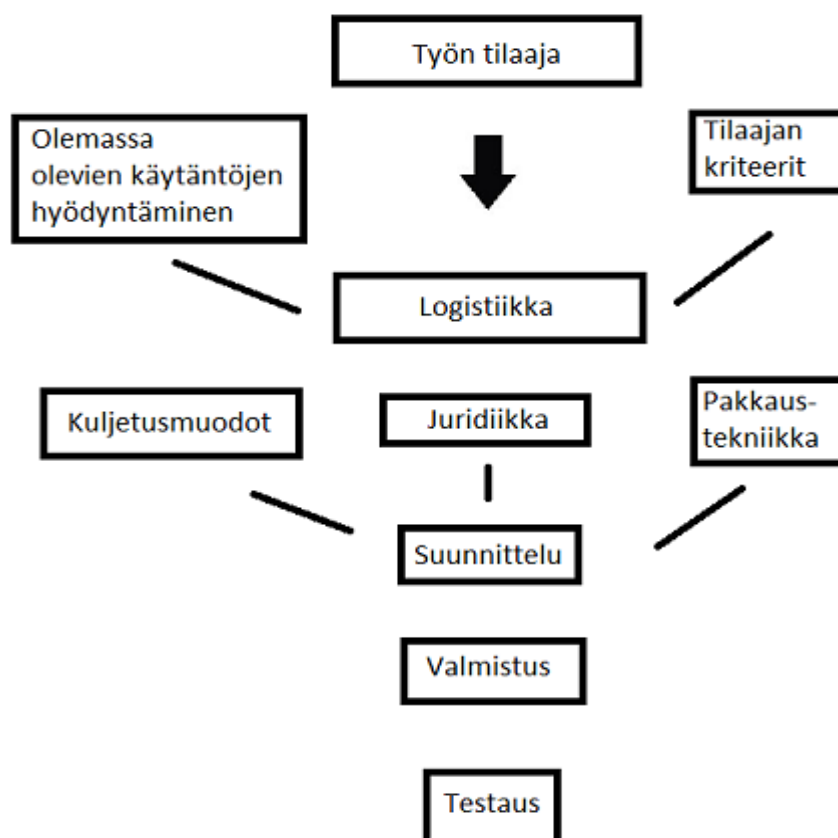
Työn teoriaosaan olikin paneuduttava erityisellä huolella, koska lähtökohdat työn suoritukseen eivät olleet mitään itsestäänselvyyksiä. Käytännön puolella kokemus erilaisista työstövaiheista oli myös vähäinen, mutta tässäkin prosessissa mielenkiinto aiheeseen ajoi kirjoittajaa eteenpäin. Kuljetusyksikköä suunniteltaessa hyvää pohjaa oli kuitenkin opinnoista ja varsinkin logistiikan osalta tietysti tavoitteena on näyttää mitä on opittu, ja valjastaa se käytäntöön. Suunnitteluvaiheen alussa selvitettiin minimivaatimukset kuljetusyksikön mitoitukselle, ja vertailtiin niitä olemassa oleviin mahdollisuuksiin. Niitä selvittäessä saatiin hyviä ideoita mitä toteutettiin kuljetusyksikön suunnittelussa. Suoria hintoja muiden kuljetusyksiköille ei saatu, vaan ne olivat yleensä jo laskettuna kuljetuksen hintaan. Seuraavissa kappaleissa puretaan suunnitteluprosessi vaihe vaiheelta osiin, ja käydään niitä yksityiskohtaisesti läpi.

6.3 Kuljetusyksikön suunnittelu

Suunnitteluprosessi lähti liikkeelle testipyörän ulkoisten mittojen todentamisella. Materiaalin valinta muodostui oikeastaan ensimmäiseksi kunnolliseksi ongelmaksi. Yksi työn keskeisistä asioista oli kuljetusyksikön valmistamisen huokeus, ja tätä kautta käytännöllisyys jokaiselle moottoripyöräilyä harrastavalle ihmiselle. Ensimmäinen idea oli käyttää rakenteena alumiinia, mutta sen korkea hinta tuuppasi materiaalin tämän tutkimuksen ulkopuolelle. Vertailun alla olleet kuljetusyksiköt olivat

käytännössä kokonaan metallisia, mustasta teräksestä hitsattuja. Sen hinta on myös suhteellisen korkea, ja työstämiseenkin tarvitsee erikoistyökaluja. Metalleista rakentaminen vaatii myös hitsauskoneen ja taitoja sen käyttämiseen. Puun käyttäminen pääasiallisena materiaalina tuli seuraavaksi kysymykseen, sen edullisen hinnan vuoksi. Filmivaneri olisi edullista, ja säänkestävää. Sitä olisi myös helppoa käsitellä ja työstää, tosin alan yritykset leikkaavat vanerin haluttuun kokoonsa melko edullisesti. Tukevat rakenteet päätimme valita kertopuusta, sillä saisimme kuljetusyksikölle myös kestävyyttä kuljetusten rasituksia ajatellen. Koska kertopuu on liimattu monesta osasta, se ei myöskään vääntyile mikä on tärkeää tukirakenteelle. Lisäksi tukemaan tulee metalliosia, kuten saranoita, kiinnitysvälineitä ja pikalukkoja. Kun materiaali-asiat oli saatu suurinpiirtein päätettyä, aloitimme itse kuljetusyksikön suunnittelun kunnolla.

Suunnitteluprosessi -teoria on kuvattu yllä lyhyesti, ja siltä pohjalta teimme myös tälle projektille eräänlaisen teoreettisen viitekehyksen, josta näette kuvan alla.



Kuva 3. Kirjoittajan näkemys suunnitteluprosessista

6.4 Minimivaatimukset

6.4.1 Materiaali

Materiaalin tulisi suojata pyörää lialta ja kosteudelta, sekä muilta ulkoisilta haittatekijöiltä. Kuljetusyksikön tulisi olla myös sateenkestävä jos yksikköä kuljetetaan esim. henkilöauton peräkärjessä. Pääasiallisesti materiaaliksi valitsimme siis vesivanerin ja kertopuun. Tämä sen takia, koska se on kestävyytensä ja muokattavuutensa lisäksi suhteellisen halpaa. Kuljetusyksikköön tulee myös metallisia osia sitomismahdollisuuksia ajatellen.

6.4.2 Mitoitus

Aluksi lähdimme hahmottelemaan kuljetusyksikön kokoa. Koska testipyörän mitat olivat tiedossa, tiesimme suurpiirteiset minimivaatimukset sille. Aiheeseen liittyen tehtiin myös toinen opinnäytetyö, joka käsitteli pakkauksen kuljetuksen suunnittelua ja toteutusta. Teimme opinnäytetöitä yhtä aikaa, ja pidimme tiivistä yhteyttä jotta pakkaussuunnittelu sekä logistinen puoli kulkisivat käsi kädessä. Tässä vaiheessa selvittelimme mahdollisia kuljetusmuotoja, ja sitä kautta saimme mitoitettua pakkaukselle järkevimmän ja käytännöllisimmän koon.

Mahdolliset kuljetusmuodot rajattiin tie- ja merikuljetukseen. Tässä vaiheessa huomioitavaa oli kummassakin kuljetusmuodossa käytettävät moduulimitat, joita on käsitelty jo aikaisemmin teoriassa. Kuljetusyksikkö mitoitettiin 600 mm x 400 mm mukaan kerrannaisena. Lopullisiksi ulkomitoiksi tuli 2300 mm x 1203 mm x 800 mm. Tässä 2300 on pituus, 1203 korkeus ja 800 leveys. Kuljetusyksikköön oli tarkoitus pakata myös ajovarusteet, vara-osia sekä muita tarvittavia välineitä. Otimme selvää mm. standardikokoisten merikonttien mitoista. Kun merikontti avataan, jää ovien väliin tilaa n. 2320mm. Sen takia päädyimme lyhentämään kuljetusyksikköä 100mm verran moduulimitasta. Merikontin sisäkorkeus on 2370 mm, HC-mallisen kontin taas ollessa 2690mm. Mitoitimme korkeuden kuljetusyksikölle mahdollisimman pieneksi (tietenkin pyörä huomioiden) että saisimme tarvittaessa lastattua pakkauksia

2kpl päällekkäin HC-malliseen merikonttiin. Tavalliseen konttiin se ei ole mahdollista. (Rahtihuolinta Oy:n [www-sivut](#), 2013)

Itse testipyörän mitat ovat: kokonaispituus 2070 mm, leveys 715 mm, ja korkeus 1130 mm. Akseliväli on 1375 mm (Yamaha Motorin [www-sivut](#), 2013) Testikappaleena käytetään siis Yamaha R1-mallista moottoripyörää. Kuljetusyksikön sisämitat ovat 2282 mm x 1110 mm x 782 mm. Teoreettisesti ajateltuna pyörän jälkeen pakkaukseen jäisi tilaa muille mukaan tuleville varusteille n. $0,4\text{m}^2$. Tämä ei kuitenkaan vastaa todellisuutta koska pyörän koko on laskettu suorakulmion muodossa. Tilaa jää siis reilusti enemmän.

6.4.3 Kuljetuslainsäädäntö

Koska kuljetettava tuote on polttomoottorikäyttöinen, se aiheuttaa toimenpiteitä VAK- ja IMDG -lakien vuoksi. Jos pakkausta kuljetetaan meriteitse, on kuljetusyksikköön ja rahtikirjoihin tehtävä erillinen merkintä vaarallisten aineiden kuljetuksesta. Polttomoottorikäyttöisen ajoneuvon sisältämät aineet luokitellaan ympäristölle vaarallisiin aineisiin. Tiekuljetuksissa tämä ei EU-alueilla aiheuta minkäänlaisia toimenpiteitä, mutta merikuljetuksissa tarvitaan erillinen merkintä rahtikirjoihin sekä kuljetusyksikköön IMO 9- merkintä. Kuljetusyksikkö on suunniteltu kuljetettavaksi myös merikontissa. Jos kyseistä kuljetusmuotoa käytetään se edellyttää IMO-merkinnöille sopivien telineiden asentamista kuljetusyksikköön.

6.4.4 Käsittely ja kiinnittäminen

Pyörä tulee saada sidottua niin, että se kestäisi kovaakin käsittelyä. Moottoripyörän jousitusta hyväksikäyttäen tämä ei ole hirveän hankalaa. Kuljetusyksikön jalakset suunniteltiin siten, että se mahdollistaisi trukikäsittelyn. Käsittelyä varten on kuljetusyksikköön merkittävä selvät käsittely- ja nostokohdat. Ne tulevat esiin testausvaiheessa. Merkinnät voidaan tehdä esimerkiksi kuljetusyksikön sivuseiniin tai jalaksiin. Kiinnittäminen tapahtuu pyörän etu- ja takapäästä. Lisäksi olisi hyvä olla jokin sivuttaisliikettä tukeva rakennelma.

7 TUTKIMUKSEN KUSTANNUSRAKENNE

7.1 Materiaalit

7.1.1 Puu

Valmistuksen hinta saatiin suhteellisen pieneksi valitsemalla puu pääasialliseksi rakennusmateriaaliksi. Materiaalit hankimme paikallisesta rakennustarvikeliikkeestä. Kertopuuta (39x66mm) tarvitsimme 17 metriä, hinnaksi tuli n. 35€. Muuta puutavaraa meni 9 metriä, 4,5m (50x100mm) höylättyä lankkua, ja 4,5 m (22x100mm) höylättyä lautaa, joiden yhteishinnaksi muodostui n. 13€.

Vesivaneria hankimme kahdenlaista; 9mm ja 12mm vahvuisia. 9mm vaneria tarvitsimme $11,4\text{m}^2$, ja 12mm vaneria n. 3m^2 . Tämä oli selvästi kallein materiaali koska määrä oli suurin, n. 180e. Yhteensä puutavaralle tuli hintaa n. 250€ töineen ja verojen jälkeen.

7.1.2 Metalliset osat

Metallisia osia kuljetusyksikössä ovat tietenkin ruuvit, saranat, pikalukot sekä muut kiinnikkeet. Kalleinta materiaalia tässä työssä olivat saranat, venerenkaat sekä pikalukot, niiden hinnaksi tuli yhteensä n. 125€. Halvemmallakin varmasti pääsee kun viitsii vertailla hintoja. Kaikkien käytettyjen ruuvien yhteishinnaksi tuli n. 15€. Tiivistenauhan voisi mainita myös tässä, 25 metriä nauhaa maksoi n. 20€. Yhteishinnaksi näille siis n. 160€.

7.2 Muut kustannukset

Koska suunnittelimme ja valmistimme tuotteen itse, ei syntynyt oikeastaan mitään muita suurempia kustannuksia. Saimme käyttää koulumme työpajaa, ja kaikki tarvittavat työkalut olivat valmiina. Oletuksena on, että jos kuljetusyksikön valmistamiseen ryhdytään itse, työkalut ja tarvittavat välineet ovat jo valmiina. Työkalujen

hankkiminen on tietenkin suuri menoerä jos omia ei löydy. Kuljetusyksikön teettäminenkin voi olla kallista, jos ei itse pysty mitään työvaiheita tekemään.

7.3 Tarkat laskelmat

Alla olevasta taulukosta näkee mitä kuljetusyksikön valmistaminen tämän tutkimuksen ohjeilla tulisi suurin piirtein maksamaan. Kyseessä on siis summa mikä meni juurikin tähän työhön. Selvennyksenä, kiinnitystarvikkeet pitävät sisällään kaikki tähän projektiin hommatut ruuvit, pultit, lukkomutterit ja laipat. Siinä saattaa olla hiukan ylimääräistä koska tuotekehityksellisistä syistä hankimme enemmän tarvikkeita vaihtoehtojen vuoksi. Todellisuudessa tämän kuljetusyksikön rakentamiseen kehitysvaiheeseen meni muutaman sata euroa enemmän kuin taulukko näyttää. Hinta on kuitenkin vain suuntaa antava. Hinnan muodostuminen riippuu paljon hankintapaikasta.

Taulukko 3. Kuljetusyksikön kustannuslaskelma

Tarvike	Määrä	Hinta
Lavalukko	12 kpl	52,80
Vastakappale	12 kpl	25,20
Saranat	12 kpl	49,48
Kulmaraudat	6 kpl	6,00
Tiivistenauha	25 m	18,30
Venerengas	4 kpl	32,64
Kiinnitystarvikkeet	X	34,59
Puutavara	X	267,80
YHTEENSÄ €		486,81

8 TOTETUTUS

8.1 Materiaalien hankkiminen

Materiaalin päätimme hankkia Rauman kone- ja rakennustarvike Oy:ltä Kollasta. Siellä oli hyvä valikoima tarpeitamme ajatellen. Kokosimme ensiksi selkeän hankintalistan, jotta tilaus saataisiin kerralla tehtyä.

Taulukko 4. Kuljetusyksikön puutavaran tarve.

Materiaali	Koko (mm)	Tarve (mm)	Kpl
Vesivaneri	12	2300 x 800	1
Vesivaneri	9	2300 x 800	1
Vesivaneri	9	2300 x 1110	2
Vesivaneri	9	1110 x 782	2
Kertopuu	39x66	3000	4
Kertopuu	39x66	2550	2
Tukirima	22 x 50	2150	4
Höylätty lankku	100x50	4200	1
Höylätty lauta	100x22	4200	1

Selventääkseni tilaamamme tavaran tarkoitusta, 12mm vaneri on tarkoitettu kuljetusyksikön pohjaksi. 9 mm 2300 x 800 vaneri on taas tarkoitettu yksikön katoksi. Muut 9 mm vanerit muodostavat sivu- sekä päätyseinät. Kertopuusta teimme tukirakenteen yksikön sisälle, josta tarkemmin työstövaiheessa ja piirustuksissa. Riman on tarkoitus helpottaa saranoiden asennusta, sekä tukea pitkän seinän liitoskohtaa. Lankku sekä lauta ovat yksikön jalaksia varten. Vanerit päätimme tilata suoraan mittaan leikattuna, koska meillä ei koululla ollut tarvittavia välineitä ja tiloja tarkkaan vanerin leikkaamiseen. Tukirakenteen sekä lopun pohjarakenteen leikkasimme itse. Metalliset tukirakenteet haimme paikallisesta K-Raudasta. Edullisempiakin vaihtoehtoja varmasti on, mutta tässä tapauksessa ei ollu mahdollisuutta mennä muualle. Työssä tarvittavia työkaluja tai ainakin työtä huomattavasti helpottavia ovat mm. porakone, pyörösaha, rullamitta, suorakulma sekä jonkinlainen leikkaus-alusta.

Taulukko 5. Kuljetusyksikön metalliosien tarve.

Materiaali	Koko (mm)	Tarve (kpl/kg)
Kuulalaakerisarana	138 x 38	4 kpl
Nivelsarana	100 x 32	8 kpl
Kulmarauta	90 x 48 x 48	6 kpl
Pikalukko	160-180	12 kpl
Ruuvi	6 x 60	X
Ruuvi	5 x 50	X
Ruuvi	5 x 45	X
Ruuvi	4 x 30	X
Venerengas	M8 x 150	4kpl
Pultti	10 x 50	12kpl
Laippa	M10	24kpl
Mutteri	M10	12kpl
Tiivistenauha	9mm	25m

Mutterit ovat kaikki lukkomuttereita, koska kuljetusten aikana tapahtuva värinä aiheuttaisi tavallisten muttereiden aukeamisen ja kiinnitysten löystymisen.

8.2 Kuljetusyksikön rakentaminen; rakennusohjeet

Aluksi kasasimme pohjan, leikkasimme pyörösahalla lankusta sekä laudasta jalaksiksi 800 mm pätkiä jotka sitten ruuvasimme pohjalevyyn kiinni. Ruuvit olivat sinkittyjä 6 x 60 mm uppokantaruuveja. Syy miksi laitoimme sekä lankun että laudan yksikön pohjaan oli sen käsittelyn helpottaminen, sinne mahtuisi sitten isommatkin trukkipiikit tai pumppukärret. Pelkkä lankku olisi nostanut yksikön maasta 50 mm, mutta laudan kanssa se nousee 72 mm.



Kuva 4. Jalakset kiinnitettynä pohjaan

Tämän jälkeen aloimme rakentamaan tukirakennetta. Ensin päätimme tehdä tukirakenteen kuljetusyksikön kansilevyyn, johon leikkasimme kertopuusta 2 kpl 2150 mm sekä 2 kpl 650 mm mittaista pätkeä. Nämä aseteltiin ja ruuvattiin kansilevyyn kiinni leveä puoli kanteen jättäen siihen sopiva liitos päätyseinälle. Ruuveina käytimme sinkittyjä 5 x 50 mm uppokantaisia ruuveja, jotka olivat sopivia myös muiden tukirakenteiden kasaamisessa.



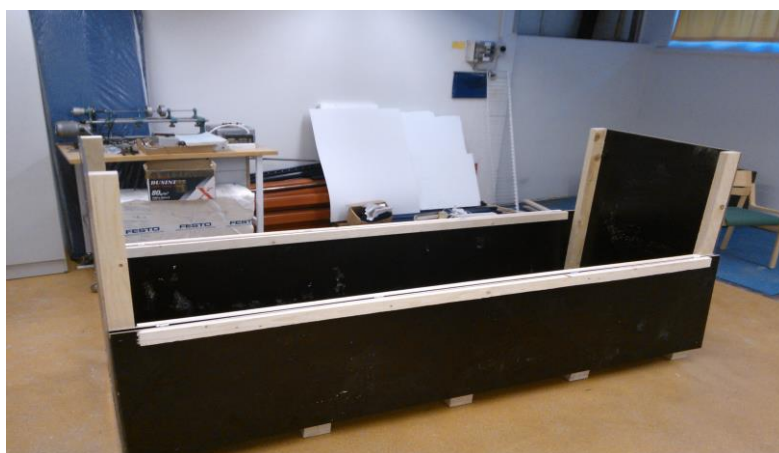
Kuva 5. Kansilevyn tukirakenteen paikoitus

Päätyseinien tukirakenteeseen leikkasimme kertopuusta yhteensä 4 kpl 1110 mm mittaista palaa. Nämä kiinnitettiin levyjen ihan reunaan, jotta liitos sopii hyvin kohdalleen. Kuva havainnollistaa liitoksen.



Kuva 6. Päätyseinän tukirakenne ja liitos kanteen

Seuraavana leikkasimme sivuseinät keskeltä halki pituussuunnassa, eli kahteen 555 mm leveään palaseen. Tämän jälkeen alareunan tukirakenteen ruuvaaminen levyn toiseen leikattuun puoliskoon, ja saranoiden kiinnittäminen (2 kpl) tukirakenteeseen. Saranoiden toiset puoliskot ruuvattiin suoraan pohjalevyyn kiinni. Käytimme nostosaranoita, jotta itse seinät olisivat helposti irroitettavissa yhtenä palasena. Levyn leikkauskohtaan ruuvattiin 4 kpl tavallisia saranoita jotka kääntyvät päinvastaiseen suuntaan kuin ala-osa. Saranoiden kiinnityskohtiin sisäpuolelle kuljetusyksikköä leikkasimme molempiin seiniin 2 kpl rimoja tukemaan saranoiden kiinnityskohtia sekä oikaisemaan vaneria.



Kuva 7. Saranaseinät.

Kun saranaseinät oli saatu valmistettua, alkoi palasten paikalleen asettelu ja testaaminen. Pääty- ja sivuseinät sopivat keskenään yhteen mainiosti, ja kansikin meni hyvin paikoilleen. Vesivanerin yksi ominaisuus tuli esille ongelmana, eläminen ja vääntyily tuotti hankaluuksia rakennusvaiheessa. Tukirakenteen kiinnittäminen oikaisi niitä jonkun verran. Kiinnitimme seinät muutamasta kohtaa tukirakenteisiin kiinni että saisimme mietittyä parhaat kiinnityskohdat pikalukoille.

Ennen pikalukkojen asennusta asensimme levyjen saumoihin tiivistenauhaa, jotta saisimme kosteusongelmaa vähäisemmäksi. Tiivistenauhaa tuli kanteen sekä sivu- ja päätyseiniin. Umpeen tiivistäminen on tässä melko mahdotonta, puun elämisen takia. Tiivistenauhan on myös tarkoitus tehostaa pikalukitusten merkitystä, antaa hiukan vastapainetta lukitusten kiinnipysyvyyden varmistamiseksi.

Seuraavaksi pikalukkojen kiinnitys. Parhaat kiinnityspaikat lukoille tulivat esiin rakennusvaiheessa kun näimme suurin piirtein miten saranaseinät käyttäytyivät käsiteltyssä. Lukkoja päätimme asentaa yhteensä 12 kpl. Lukkojen paikoituksen näette seuraavasta kuvasta. Päädyissä on saranan molemmin puolin lukot, sekä kannessa kahdessa kohtaa. Toisella puolella lukot ovat identtisesti. Lukot ovat kiinnitetty vaneriin 6mm läpipulteilla jotta se olisi tarpeeksi luja. Tässäkin käytettiin tietysti lukkomuttereita kuljetuksen aikana tapahtuvan tärinän vuoksi.



Kuva 8. Pikalukkojen paikoitus

Viimeinen vaihe ennen testausta oli venerenkaiden kiinnitys. Porasimme läpimitaltaan 8 mm reiät (4 kpl) päätyjalasten kohdille. Teimme jalasten alapuolelle syvennykset muttereita varten jotta laatikko ei jäisi niiden varassa kantamaan. Lyhensimme myös venerenkaita hieman kulmahiomakoneen ja leikkauslaikan avulla. Lisäksi asensimme pohjaan ja sivuseinään kiinnitettävät kulmaraudat jotka ovat paikallaan kuljetuksen aikana. Tämä varmistaa vielä sen että seinät pysyvät pohjassa kiinni, muutenkin kuin pelkkien saranoiden varassa. Kulmaraudat ovat järeämmillä 10mm läpipulteilla ja lukkomuttereilla kiinnitetty. Kannat ovat upotettuna kylkiin.



Kuva 9. Venerenkaiden ja kulmarautojen paikoitus



Kuva 10. Lähikuva venerenkaista ja kulmarautoista

8.3 Kuljetusyksikön testaaminen

Kun kuljetusyksikkö oli mielestämme valmis testattavaksi, aloitimme testaamalla sen kestävyyttä. Aluksi tein yksinkertaisen testin kaatamalla laatikon kyljelleen sen ollessa tyhjänä. Kuljetusyksikkö selvisi tästä testistä hyvin, mitään näkyvää jälkeä tai rakenteiden vääntymistä ei tapahtunut. Tein saman kahteen kertaan. Päätimme myös testata kuinka paljon yksikkö taipuu lastattaessa sinne pistemäisiä painoja. Käytösämme olivat pumppukärkyt, sekä painoina käytimme itse kirjoittajaa sekä kirjoittajan opiskelijatoveria. Ensimmäiseksi testasimme taipumaa laatikon keskikohdasta. Laitoimme kuljetusyksikön kummankin päätyjalaksen alle lankut, ja kirjoittaja meni painoksi laatikon keskikohtaan.

Mittasimme matkan maasta jalaksen alareunaan ennen painon asettamista. Tulokseksi saatiin 23 mm. Painon ollessa paikallaan mitta näytti 17mm. Eli $23 \text{ mm} - 17 \text{ mm} = 6 \text{ mm}$. Sen jälkeen mittasimme taipumaa siten, että nostimme kuljetusyksikön pumppukärkyllä ilmaan keskimmäisen jalaksen kummaltakin puolelta, ja asetimme painot; n. 110kg ja 115kg molempiin päihin. Loput tulokset näkyvät mittaustaulukosta. Kun seinät ovat paikallaan ja pikalukitukset kiinni, kuljetusyksikkö on hyvin jämäkkä. Nostopaikaksi valikoitui juuri keskimmäisen jalan molemmin puolin oleva tyhjä tila. Silloin kuljetusyksikkö pysyy hyvin tasapainossa kuorma päällä.

Taulukko 6. Taipumatestin tulokset

Mittauspaikka	Mittaus ennen (mm)	Mittaus jälkeen (mm)	Tulos / Taipuma (mm)	Punnus (kg)
Pääty vasen	1252	1243	9	115
Pääty oikea	1250	1242	8	110
Keskikohta	23	17	6	110
Keskikohta	25	11	14	225

Punnitsimme myös kuljetusyksikön ja sen paino oli noin 110 kg tyhjänä. Kaksi miestä liikuttelee kuljetusyksikköä näppärästi, yksin se voi olla jo vähän hankalampaa purkamatta sitä pienempiin osiin. Käsittelyä helpottamaan kuljetusyksikön sivuille ja päihin voitaisiin kiinnittää jonkinlaiset upotetut kantorivat. Pelkät kolotkin riittäisivät, otteen saisi varmaksi kun kuljetusyksikköä liikuttelee käsin. Jalaksiin voitaisiin

kiinnittää myös pyörät, se helpottaisi yksin tyhjänä käsittelemistä. Avasimme reunat, ja poistimme katon sekä toisen päätyseinän. Pyörä mahtui hyvin kuljetusyksikköön, ja tilaa ympärille jäi juuri sen verran mitä varusteille voisi kuvitella.

Sitomiskohdat olivat hyvillä paikoilla, kiinnitysten veto tapahtuu eri suuntiin jotta sidonnasta tulisi jäməkampi. Kun katto asennettiin paikalleen, tilaa pyörän visiirin ja katon välillä oli n. 5 mm. Pituudeltaan kuljetusyksikköä voisi ehkä jopa hiukan lyhentää, koska tilaa päätyseinän ja eturenkaan väliin jäi tarkalleen 23 cm. Tälle pyörälle siis mahdollisuutta jopa lyhentää jopa 200 mm. Meillä ei ollut mahdollisuutta nostaa kuljetusyksikköä pyörän ollessa sisällä. Testaustulokset antoivat hyviä viitteitä kuljetusyksikön kestävyydestä. Pyörä painaa bensatankki tyhjennettynä alle 200kg.



Kuva 11. Testailua

Varusteiden mahtumista ei testattu käytännössä, niiden todettiin mahtuvan kuitenkin hyvin kyytiin. Seuraava vaihe olisi sopivien tarvikelaatikoiden hommaaminen, koska testipyörän käyttäjän nykyiset laatikot ovat hiukan epäkäytännöllisiä nykyiseen kuljetusyksikköön. Hukkatila on yritetty minimoida, joten tilaa esim. isolle työkaluboksille ei ole. Pienempään tilaan pakattuna kuitenkin kaikki tarvittavat varusteet mahtuvat kyytiin. Vararenkaan ja renkaanvaihto-laitteen saa soviteltua hyvin kuljetusyksikön alaosaan.

Tavaroiden sitominen ratkaistiin sillä tavalla, että hommasimme pieniä ruuveilla kiinnitettäviä lenkkejä kiinnitettäväksi yksikön seiniin ja lattiaan. Teoriassa raskaammat tavarat sijoitellaan yksikön ala-osaan, ja kevyemmät (kuten ajotakki ym. vaatetus) taas lastaillaan pyörän päälle. Yksikköä pitäisi testata siten että sinne pakattaisiin kaikki tarvittava materiaali pyörän lisäksi ja testit tehtäisiin uudestaan sen jälkeen. Yksikköä pitäisi testata myös käytännössä. Silloin saisimme selkeämpää tietoa mitkä osat kuljetusyksikössä kuluvat eniten. Tästä saataisiin taas tuloksia kuljetusyksikön elinkaaren pituudesta. Ja siitä mitkä osat kuluvat muita nopeammin. Pyörän omistajan käytössä olevaan pakettiautoon mahtuminen oli myös yhtenä pienenä ehtona toteutuksessa, mutta valitettavasti se ei sinne kasattuna kokonaisuudessaan mahtunut. Pohjamotoiltaan kuormatila olisi riittävä, mutta sisätilan muotoilu on suunniteltu ylhäältä kapeammaksi. Tämä aiheutti sen, että kuljetusyksikkö otti kiinni kuormatilan etuseinään korkeimmasta kohdastaan. Kun laatikko on osina, se mahtuu kyytiin. Kyseessä on ”normaalikokoinen” pakettiauto, merkiltään Opel Vivaro.

9 YHTEENVETO JA KEHITYSEHDOTUKSIA

Onnistuimme kuljetusyksikön suunnittelussa ja valmistuksessa ihan hyvin, huomioiden alkuvaiheen vähäisen kokemuksen asiasta. Suurimmiksi ratkaistaviksi ongelmiksi muodostuivat kuljetusyksikön kasaamisen ja purkamisen nopeuden ja helppouden toteuttaminen, sekä kiinnityspaikkojen- ja tapojen suunnittelu. Ideoita päässä oli todella paljon, ja niiden tarkempi dokumentointi olisi helpottanut työtä suunnittelu- ja valmistusvaiheessa. Muutenkin suunnittelussa olisi voinut keskittyä yhteen ongelmaan kerrallaan, suunnittelu oli ehkä liian suurpiirteistä ja ”kokeilemalla selviää” – tyyppistä. Tämä projekti opetti kuitenkin hyvin paljon, juuri suunnitteluvaiheen tarkeydestä ja siitä seuraavasta tehokkaasta tuottamisesta.

Suunnittelun alkuvaihe ja yksikön koon määrittely oli vielä helposti toteutettavissa koulutaustaan ja työkokemukseen nähden. Tietämys yleisimpien kuljetusyksiköiden koosta ja niiden käytettävyydestä auttoi liikkeellelähdössä. Sitten kun alkoi rakenteiden valinta, hankaluuksia teetti tietämättömyys rakennustarvikkeista ja –tavoista. Materiaalin valinnassa olisi pitänyt ottaa huomioon puun eläminen, ja suhteuttaa se myös mitoitukseen. Tämän tutkimuksen aikana valmistettu kuljetusyksikkö on kuitenkin vain prototyyppi, josta on helppoa suunnitella ja toteuttaa juuri omille tarpeille sopiva konsepti.

Lopputuloksena kuljetusyksikkö ei ole mikään huono vaihtoehto pyörän kuljettamiselle, pääpiirteittäin suunnitteluvaiheessa halutut asiat toteutettiin ihan hyvin. Pitää muistaa että tässä projektissa toteutetut asiat mm. kiinnityspaikoista ovat vain ja ainoastaan testipyörän perusteella valittuja. Tavoitteena olikin että jos tätä konseptia hyödyntää, olisi tärkeää huomioida järkevimmät vaihtoehdot omaa moottoripyörää ajatellen. Siksi liitteinä olevat kuljetusyksikön piirustukset sisältävät vain olennaisen tiedon itse puumateriaalin mitoista. Moottoripyöräilytaustaa omaavat henkilöt varmasti osaavat pureutua ongelmiin vielä yksityiskohtaisemmin. Kuljetusyksikön hinnaksi muodostui n. 500€. Tämä on mielestäni kohtuullinen hinta siitä, jos tuotetta tullaan käyttämään useastikin.

Materiaalin valinta rajoittui jo alkuvaiheessa puuhun, koska esim. alumiininen alusta olisi ollut todella kallis. Epäilimme aluksi voisiko puusta saada tarpeeksi lujaa ja jäykkää tuotetta kuljettamista varten, mutta niin kuin testausvaiheessa kirjoitin, taipumatesti toi hyvinkin positiivisen tuloksen sitä ajatellen. Kosteusongelma ratkaistiin tässä tutkimuksessa tiivistämällä levyjen reunat tiivistenauhalla. Se kuitenkin osoitautui käytössä nopeasti kuluvalaksi, ja repeytymiä saisi olla paikkaamassa aika tiheään. Alan liikkeistä on varmasti saatavissa jonkinlaista vahvempaa materiaalia tähän tarkoitukseen. Jonkinlainen muotoon tehty pressu voisi olla järkevä ratkaisu tähän ongelmaan. Se mahdollistaisi huolettoman kuljetuksen esimerkiksi henkilöauton peräkärryssä jos pyörää tarvitsee liikuttaa vaikka kotimaassa. Hintaa tietenkin tulisi lisää valmistusmateriaalista riippuen.

Ensimmäiseksi hankkimamme nostosaranat olivat liian heikot, koska seiniä paikalleen laittaessa ja pois ottaessa useampaan kertaan ne heti vääntyivät niin että seiniä oli hankala käyttää. Hommasimme reilusti vahvemmat saranat ja niitä tuli vain 2 kpl per puoli. Saranoiden tappien koko kasvoi puolella noin 8 mm:iin, joka oli tarpeeksi vahvaa tässä tapauksessa. Loppuvaiheessa tulimme siihen tulokseen, että seinien ja katon paikallaan pysyminen piti varmistaa jotenkin muutenkin kuin niiden ollessa vain saranoiden varassa. Päätin hommata kulmarautoja 3 kpl per puoli, ja pulittasin ne kunnon pulteilla (M10) lattiaan ja saranaseiniin kiinni. Testatessa tämä toimi erittäin hyvin ainakin kestävyytensä kannalta. Se vähän hidastaa kuljetusyksikön purkamista paloiksi.

Vaihtoehtoina voisimme ajatella, että kuljetusyksikkö ei olisi kokonaan puusta. Puu-osa rajoittuisi vaikka tässä tapauksessa sarana-osien kohdalle, ja päätyseinätkin olisivat puolta matalammat. Päälliseksi voisi suunnitella vaikka lasikuituisen kuomun, joka vain nostetaan kuljetusyksikön puu-osan päälle. Tässä tapauksessa päälle pinotavuuden kannalta kuljetusyksikössä tarvittaisiin jonkinlaisia tolppia minkä päälle toinen kuljetusyksikkö laitetaan. Tolpat voisivat olla esim. metallisia. Tässä ei kuljetuskustannuksellisia voittoja tule vaikka tila hiukan pieneneekin, ainoastaan siinä tapauksessa jos rahti lasketaan painon mukaan. Mutta se helpottaisi yksikön kosteuden tiivistämistä, sekä tietysti keventäisi sitä huomattavasti. Käsittely helpottuisi myös Koska fyysisiä osia olisi vähemmän. Lasikuidun valamista varten tarvitun muotin tekeminen alan liikkeissä vie hinnan korkeaksi. Materiaali ei sinänsä ole kallista.

Mutta kun muotti on valmis, sen jälkeen kustannus per tuote laskee huomattavasti. Tämä voisi olla järkevä vaihtoehto jos harkittaisiin kuljetusyksikön sarjatuotantoa. Muodon voisi suunnitella kaarevaksi, niin esimerkiksi testausvaiheessa huomattu pakettiauto-ongelma ratkeaisi. Lavalukkojen sijoittaminen kuljetusyksikön sisäpuolelle voisi olla parempi ratkaisu, silloin ei ole vaaraa että käsittelyssä esim. jokin lukko tarttuu johonkin aiheuttaen yksikön tippumisen piikeistä aiheuttaen vahinkoa sisällölle.

Huomasimme myös, että sivuseinien sarana irvistää vaikka lukot ovat kiinnitetty. Lukkojen sisäpuolelle sijoittaminen voisi lieventää tätä ilmiötä. Epäselväksi jäi se, miten pyörä tuetaan kuljetuksen ajaksi sivuilta, voisiko siinä olla jotkin kaksitoimiset jouset tai vastaavat. Kuljetusyksikön sisäpuolella voisi olla jokin metallinen kehikko kiinnitettynä pohjaan. Tässä olisi sitten joko jouset tai kaksitoimiset iskunvaimentimet kiinnitettynä pyörän runkoon. Testipyörän kohdalla löysimme penkin alta sopivat kiinnityskohdat mihin jousituki voitaisiin kiinnittää. Nämä asiat ovat kyllä hyvin pyöräkohtaisia ja yksilöllisiä ratkaistavia. Päällekkäin lastattavuuden kannalta kuljetusyksikössä tulisi olla jonkinlaiset urat jalasten pohjassa, ja tapit yksikön kannessa niin että ne eivät pääsisi liukumaan kuljetuksen aikana. Koska kuljetusyksikkö ei ole millään tavalla tyyppihyväksytty tai –katsastettu, sen vakuutusmaksut kuljetuksen ajaksi kasvavat korkeaksi. Kuljetusyrietykset, niin meri- kuin maantiekuljetuksissa käyttävät mielellään omia kuljetusyksiköitään joissa vakuutus on jo laskettu mukaan kokonaiskustannuksiin. Mutta yksityisessä käytössä tässä tutkimuksessa tuotettu kuljetusyksikkö on hyvä.

Tästä tuotekehitystyötä on hyvä jatkaa. Kuljetusyksikköä olisi testattava käytännössä eri kuljetusmuodoissa. Siitä selviäisi paljon sen kestävyyydestä, käsiteltävyydestä ja käytännöllisyydestä. Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli valmistaa prototyyppi kuljetusyksikölle, ja tavoitteessa onnistuttiin hyvin. Kuljetusyksikkö on hyvin nopea purkaa ja kasata ja kokonsa puolesta se sopii hyvin niin kuorma-autojen traileriin kuin merikonttiin. Päällekkäin lastaaminen onnistuu myös hyvin.

LÄHTEET

Hallittu kuljetus – tiedote 2009

Järvi-Kääriäinen, T & Leppänen-Turkula, A. 2002. Pakkaaminen; perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki, Hakapaino Oy.

Järvi-Kääriäinen, T. & Ollila, M. 2007. Toimiva Pakkaus. Helsinki. Hakapaino Oy.

Mäkelä, T & Mäntynen, J. 1998. Kuljetukset logistiikan osana. Tampere

Seitamaa-Hakkarainen, P. 2008. Suunnitteluprosessien teoriaa. Viitattu 2.12.2012.
http://www.mlab.uiah.fi/polut/Design/teoria_suunnitteluprosessit.html

Steel on the net www-sivut, 2013. Viitattu 27.2.2013.
<http://www.steelonthenet.com/steel-prices.html>

Stena Recycling Oy:n www-sivut, 2013. Viitattu 27.2.2013.
<http://stenarecycling.fi/Stena-Recycling-Oy/Keskinoteeraukset/>

Rahtihuolinta Oy:n www-sivut, 2013. Viitattu 4.3.2013. <http://www.rahtihuolinta.fi>

Reinikainen, P., Mäntynen, J & Rantala, J. 1997. Logistiikan perusteet. Tampere

Trafin www-sivut, 2011. Viitattu 23.10.2012. <http://www.trafi.fi>

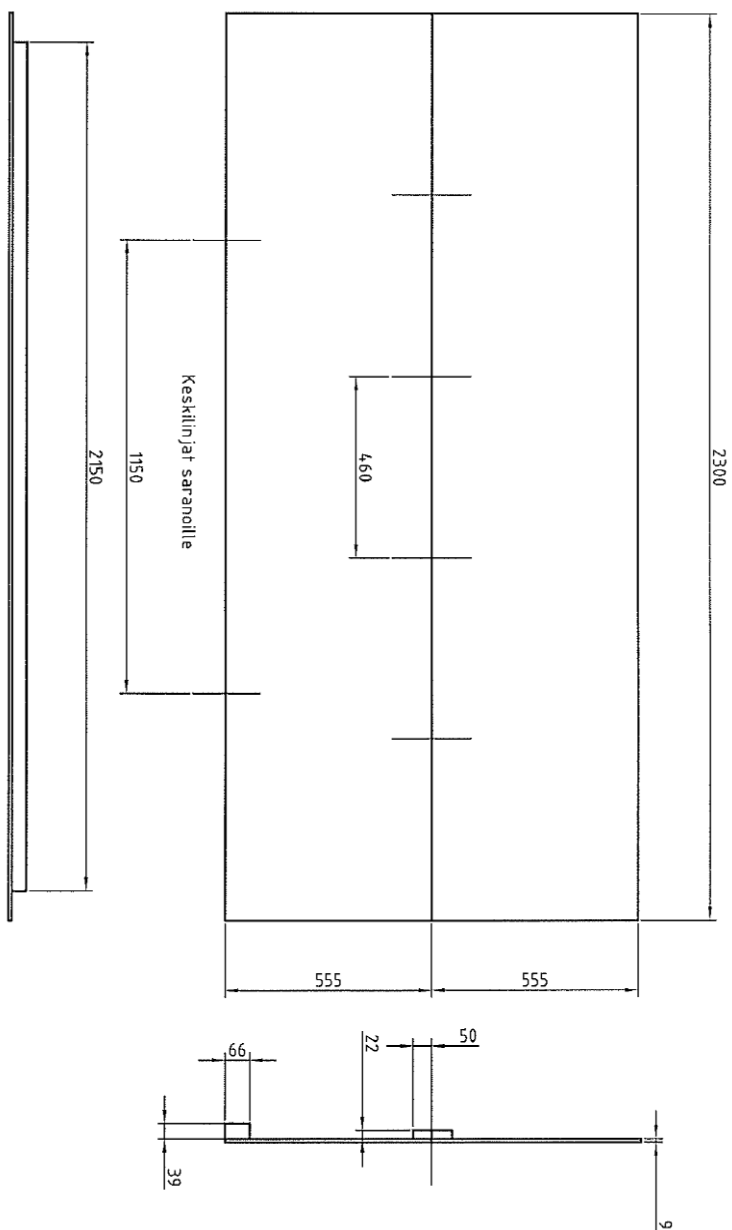
Tukesin www-sivut, 2012. Viitattu 22.11.2012. <http://www.tukes.fi>

Vaajakantin www-sivut, 2013. Viitattu 27.2.2013. <http://vajaakantti.fi/hinnasto.html>

VAK-tiedote 1/2012

Yamaha-Motorin www-sivut, 2013. Viitattu 4.3.2013. <http://www.yamaha-motor.eu>

LIITE 1

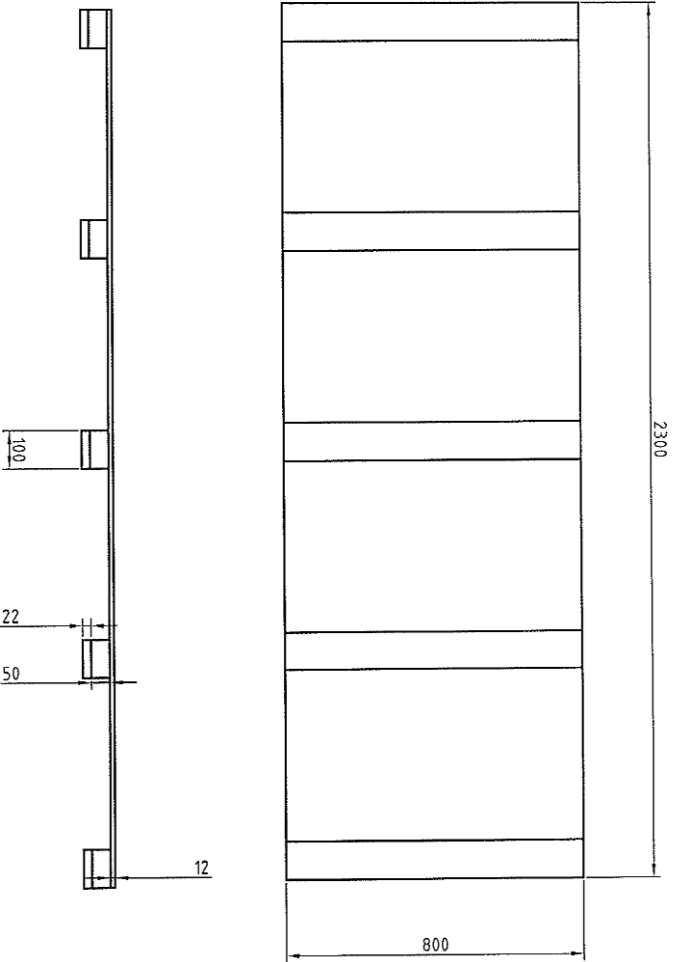


Osa	Pintakutsunumero	Gaan nimitys	Muoto, mitat, malli	Määrä
1		Filmivaneri	2300 x 555 x 9	2
2		Kertopuu	2150 x 66 x 39	1
3		Koolausrima	2150 x 50 x 22	2

SAMK	Hassa	Mittavaa		
	kg	1-10		
	Vieritökalusi			
			LIBTY	Täcedo

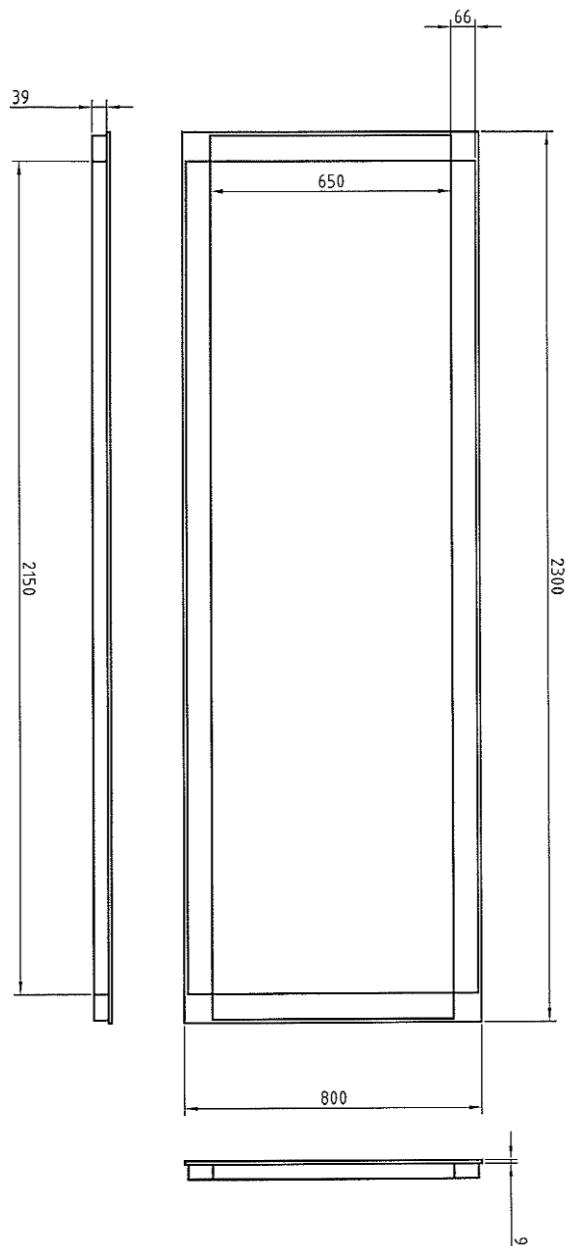
Nimitys Saranaseinä

LIITE 2





Osa	Piirustusnumero	Osaan nimi	Muoto, mitat, malli	Määrä
1		Filmivaneri	2300 x 800 x 12	1
2		Lankku	50 x 100	5
2		Lautta	22 x 100	5

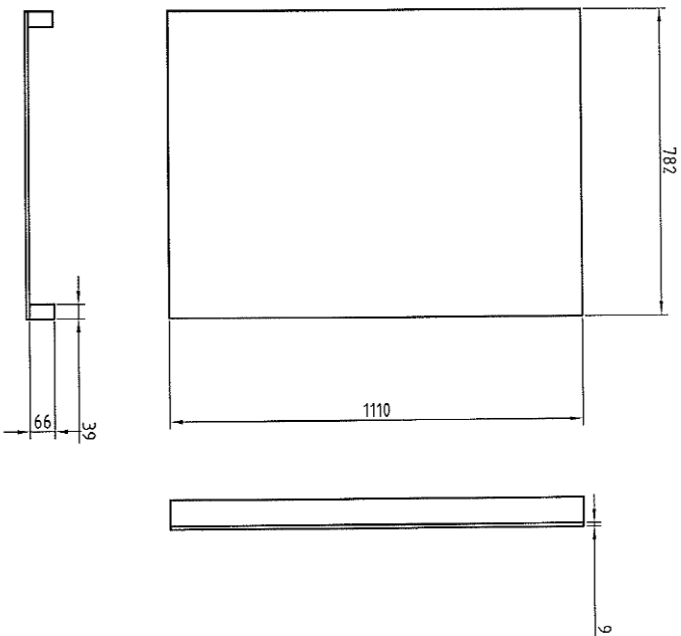
SÄHKÖ		Massa	Mittakaava	Piir.	Vasta Pöytä	Tila
		kg	1:10			11.4.2013
Nähtäv.		Yhteiskäyttö		Tark.		
		Pöytä		Hyv.		
Pöytä		Tiedote				
		Pöytä				



Osa	Pinustusnumero	Osa nimitys	Muoto, mitat, malli	Määrä
1		Filmiavanti	2300 x 800 x 9	1
2		Kertopuu	2150 x 66 x 39	1
3		Kertopuu	650 x 66 x 39	2

SÄMK	Massa		Hirtta-aktiivisuus	
	kg			
	1:10			
	Yhtätoverenssi:			
Mittaus	Kattot			

Pöytä	Vesä Pöytä	28.3.2013
Typpi		
Leveys		
Tähti		
Pöytä		



Osa	Piirustusnumero	Osaan nimi	Muoto, mitat, malli	Määrä
1		Filmi-paneeli	1110 x 782 x 9	1
2		Kertopuu	1110 x 39 x 66	2
SANK				
Yhteistoimitus				
Määrä				
1:10				
Materiaali				
Pöytä				
Väri				
28.3.2013				
Lisä				
Tiedote				
Pöytä				
Pöytä				

Liite 4 Pöytä